

Д. Ю. Магин^{1,2*}, А. А. Хлыбов^{1**}, М. О. Кувшинов^{1}, Т. А. Грунева²,
Т. А. Черноскова², Е. А. Цирков²***

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород

²АО «Завод Красный Якорь», г. Нижний Новгород

*dmizy@inbox.ru ; **Hlybov_52@mail.ru; ***maksukvshinov2007@yandex.ru

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук А. А. Хлыбов

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШТАМПОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ПО СРЕДСТВАМ ОБЪЕМНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В статье рассмотрена возможность применения малоуглеродистой стали 20Х при производстве штампованных изделий, эксплуатируемых при отрицательных температурах в условиях Арктики и удовлетворяющих требованиям технических условий ТУ3148–023–00165735–2012. В статье исследовано влияние различных режимов объемной термической обработки на структуру и механические свойства стали 20Х, приведены результаты испытаний и твердости. На основании полученных экспериментальных результатов предлагается технология, которая может использоваться в производстве звеньев соединительных в условиях АО «Завод Красный Якорь».

Ключевые слова: объемная термическая обработка, механические свойства, твердость, микроструктура, штампованные изделия.

***D. Yu. Magin, A. A. Khlybov, M. O. Kuvshinov¹, T.A. Gruneva,
T. A. Chernoskova, E. A. Tsirkov***

BULK HEAT TREATMENT TO INCREASE MECHANICAL PROPERTIES OF DROP-FORGED PARTS FOR LOW-TEMPERATURE USE

The article describes a possibility of using mild steel 20X in the production of sheet metal presswork, operated at low temperatures in the Arctic conditions according to specifications TU3148–023–00165735–2012. The article studied the effect of different modes of volumetric heat treatment on structure and mechanical properties of steel 20X, the results of tests and hardness. The technology, which can be used in the production of links connecting in conditions of JSC "Plant Red Anchor".

Keywords: volumetric heat treatment, mechanical properties, hardness, microstructure, stamping products.

Безопасная эксплуатация элементов якорных цепей кораблей, судов и плавучих средств в условиях Арктики в значительной степени определяется механическими свойствами (ударная вязкость, прочностные характеристики) при отрицательных температурах до минус 60 °С, а также способностью сопряженных пар трения сопротивляться изнашиванию. На сегодняшний день традиционным способом упрочнения высоконагруженных деталей является объемная термическая обработка.

В настоящей работе изучалось влияние различных режимов объемной термической обработки на структуру и свойства малоуглеродистой стали 20Х. Выбор материала был обусловлен решением производственного вопроса (в условиях завода АО «Завод Красный Якорь») о применимости данной стали, в производстве штампованных изделий – звеньев соединительных (рис. 1), эксплуатируемых при отрицательных температурах согласно техническим условиям ТУ3148–023–00165735–2012 «Цепи якорные с распорками».

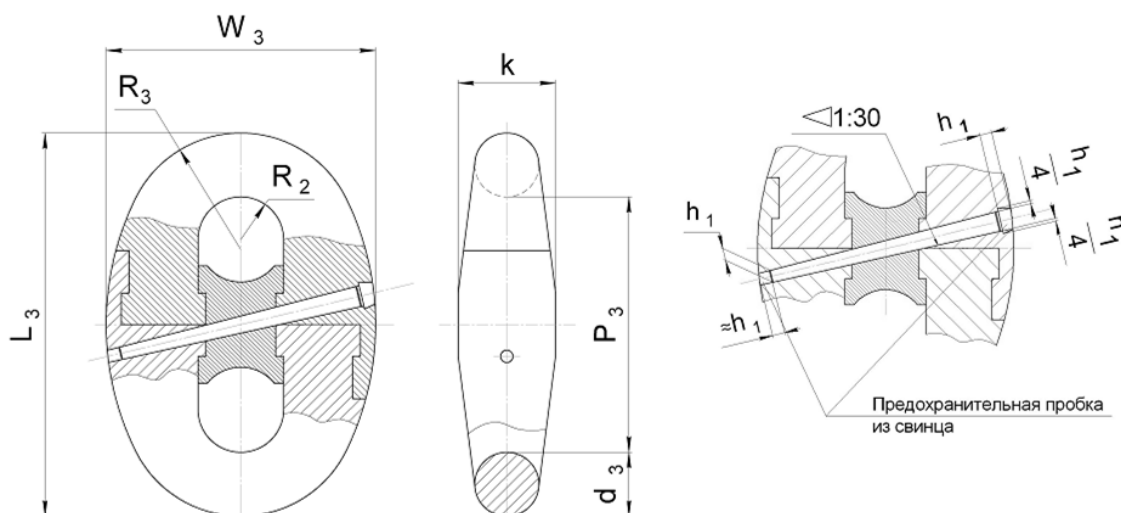


Рис. 1. Звено соединительное 60-3/36 W-50:

d – калибр цепи; d_3 – калибр соединительного звена; $d_3 = d$; $L_3 = 6d$; $P_3 = 4d$;
 $W_3 = 4,2d$; $k = 1,52d$; $R_2 = 0,67d$; $R_3 = 1,83d$

В качестве образцов для исследования были использованы стандартные образцы по ГОСТ 9454–78 и ГОСТ 1497–84 из стали 20Х после объемной термической обработки – закалки, охлаждения в воде с последующим средним отпуском охлаждения на воздухе.

Объемная термическая обработка проводилась в печах марки «ПКМ 3.6.2/11,5-3К». Механические испытания проводились на копре маятниковом марки «МК-300» и испытательной машине растяжения «Р-50». Анализ микроструктуры проводился с помощью микроскопа «KEYENCE VHX–1000» при увеличении в 500 раз. Твердость измерялась на твердомере «ТК-1». Травление образцов осуществлялось в растворе 5% азотной кислоты.

В таблице представлены механические свойства стали 20Х, достигаемые применением объемной термической обработкой закалки с разной температурой среднего отпуска.

Механические свойства образцов из стали 20Х.

№ обр., темпера- тура ТО	Предел текучес- ти, МПа	Временное сопротивле- ние, МПа	Относитель- ное удлине- ние, %	Относитель- ное суже- ние, %	Работа удара KV - 50°C Дж	Твер- дость, НВ
(ТО №1) Т _{зак} = 900 –910 °С, Т _{отп} = 320 –340 °С	359	1449	8	60	16; 19; 16 среднее - 17	393
(ТО №2) Т _{зак} = 900 –910 °С, Т _{отп} = 440 –450 °С	876	1172	18	61	70; 60; 63 среднее - 64	285
Требован- ия НД 3W (-50)	Не менее 410	Не менее 690	Не менее 17	Не менее 40	Не менее 25	-

Из таблицы можно сделать вывод о том, что такие механические свойства, как относительное удлинение, относительное сужение и ударная вязкость стали 20Х после объемной термической обработки закалки Т_{зак}=900–910 °С и среднего отпуска Т_{отп}=320–340 °С не удовлетворяют требованиям предъявляемым к штампованной продукции эксплуатируемой при отрицательных температурах. Существующие требования приводятся в нижней части таблицы. Результаты экспериментов показали, что температуру отпуска следует повысить до Т_{отп}=440–450 °С

Результаты металлографического анализа показали, что микроструктура стали – тростит отпуска игольчатой ориентации (рис. 2).

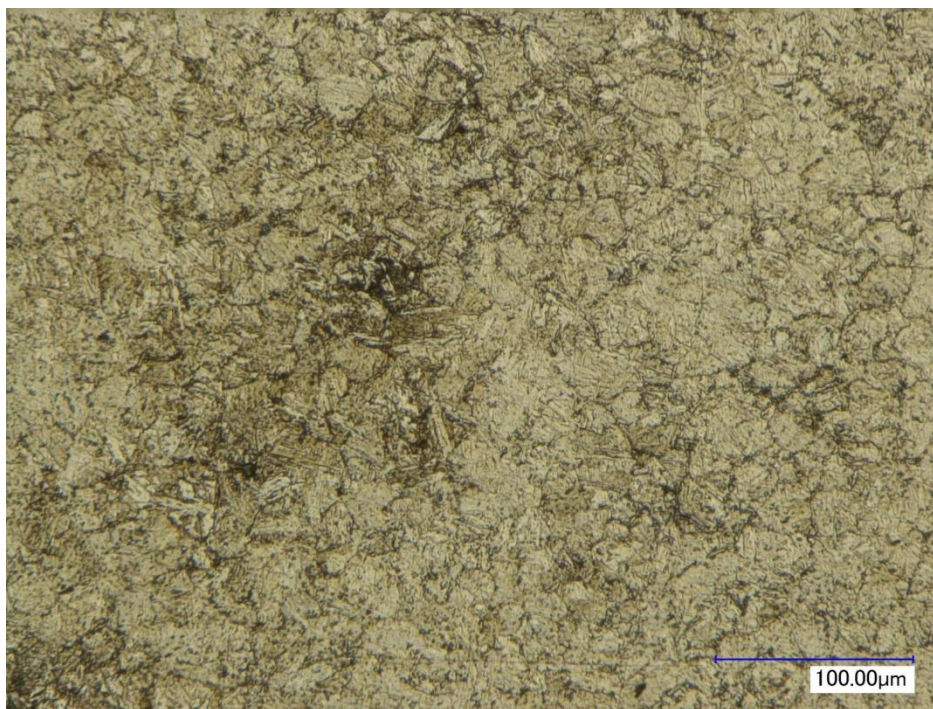


Рис. 2. Микроструктура образца из стали 20Х после закалки с последующим средним отпуском, $\times 500$

Таким образом, требуемые механические свойства сталь 20Х приобретает после объемной термической обработки закалки $T_{\text{зак}} = 900\text{--}910\text{ }^{\circ}\text{C}$, охлаждения на воду и среднего отпуска $T_{\text{отп}} = 440\text{--}450\text{ }^{\circ}\text{C}$, охлаждение на воздухе.

В результате исследований была разработана технология объемной термической обработки соединительных звеньев из стали 20Х. Данная технология может быть применима в производстве комплектующих якорных цепей эксплуатируемых при отрицательных температурах согласно техническим условиям ТУ3148–023–00165735–2012 «Цепи якорные с распорками».

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев В. Л. Круглозвенные цепи и соединительные звенья для горного оборудования. М: Изд-во «Институт ВНИИПТУГЛЕМАШ», 1975. С.145.
2. Двоеглазов Г. А. Материаловедение: учебник. Ростов н/Д: Изд-во Феникс, 2015. С. 445.
3. ТУ 3148–023–00165735–2012 «Цепи якорные с распорками».
4. Гатов Б. Н, Дубинский Н. Г., Зиновьев Н. А. Производство литых, сварных и штампованных цепей. М.: Изд-во Судпромгиз, 1955. С. 142.